

Historia i programy dalszych badań geologicznych na obszarze byłej kopalni ozokerytu i stanowiska paleontologicznego w Staruni

Maciej J. Kotarba¹, Stefan W. Alexandrowicz², Renata Stachowicz-Rybka³



M.J. Kotarba



S.W. Alexandrowicz



R. Stachowicz-Rybka

Starunia, wioska na przedgórzu ukraińskich Karpat Wschodnich (ok. 130 km na SE od Lwowa), stała się symbolem szerokich badań nad czwartorzędem. Nazwa ta kojarzy się z unikatowym stanowiskiem paleontologicznym, w którym w roku 1907 w kopalni ozokerytu (wosku ziemnego) odkryto szczątki jednego mamuta i jednego nosorożca włochatego (M. Łomnicki, 1914a), a w roku

1929, podczas prac wykopaliskowych Polskiej Akademii Umiejętności (PAU), natrafiono na jedyny na świecie okaz nosorożca włochatego zachowany prawie w całości (ryc. 1). Niezwykle i wyjątkowe zakonserwowanie tkanek miękkich dokonało się w naturalny sposób dzięki nasyceniu ropą naftową oraz solanką. Ponadto, odkryto wtedy szczątki jeszcze dwóch nosorożców włochatych. Znaleźiska ze Staruni są przechowywane w dwóch muzeach: mamut i „pierwszy” nosorożec w Państwowym Muzeum Przyrodniczym Narodowej Akademii Nauk Ukrainy we Lwowie, a „drugi” nosorożec (ryc. 1) oraz „trzeci” i „czwarty” w Muzeum Przyrodniczym Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt Polskiej Akademii Nauk w Krakowie (Kubiak & Drygant, 2005). Iły plejstoceny, z których wydobyto ogromne kręgowce, zostały nasycone solanką pochodzącą z podścielających mioceńskich solonośnych warstw worotyszczęńskich jednostki borysławsko-pokuckiej, bogatych w sól kamienną i potasową (Mitura, 1944; Korin, 2005;



Ryc. 1. „Drugi” nosorożec włochaty po pracach konserwatorskich w Muzeum Przyrodniczym w Krakowie. Fot. P. Witosławski

¹Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; kotarba@agh.edu.pl

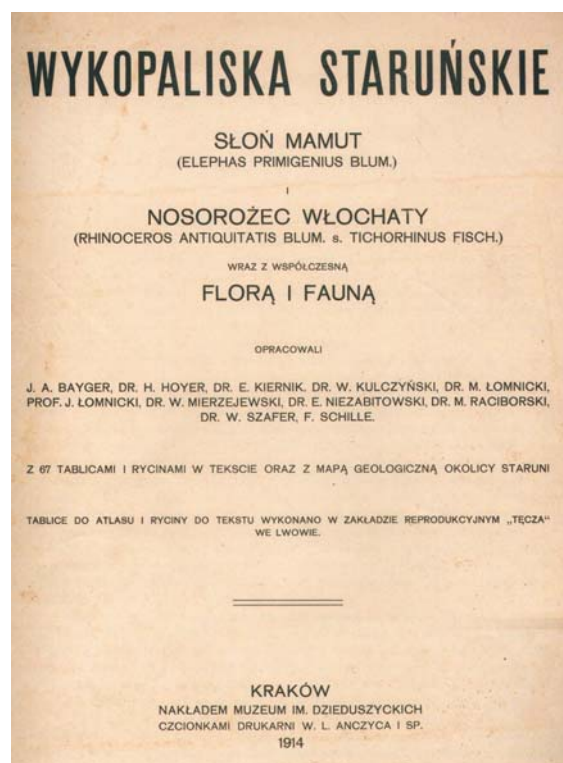
²Polska Akademia Umiejętności, ul. Sławkowska 17, 31-016 Kraków; sz.alex@vp.pl

³Instytut Botaniki, Polska Akademia Nauk, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków; ibrysta@ib-pan.krakow.pl

Duliński i in., 2005) oraz ropą naftową, która przymigrowała z utworów oligoceńskich i eoceńskich jednostki borysławsko-pokuckiej (Koltun i in., 2005).

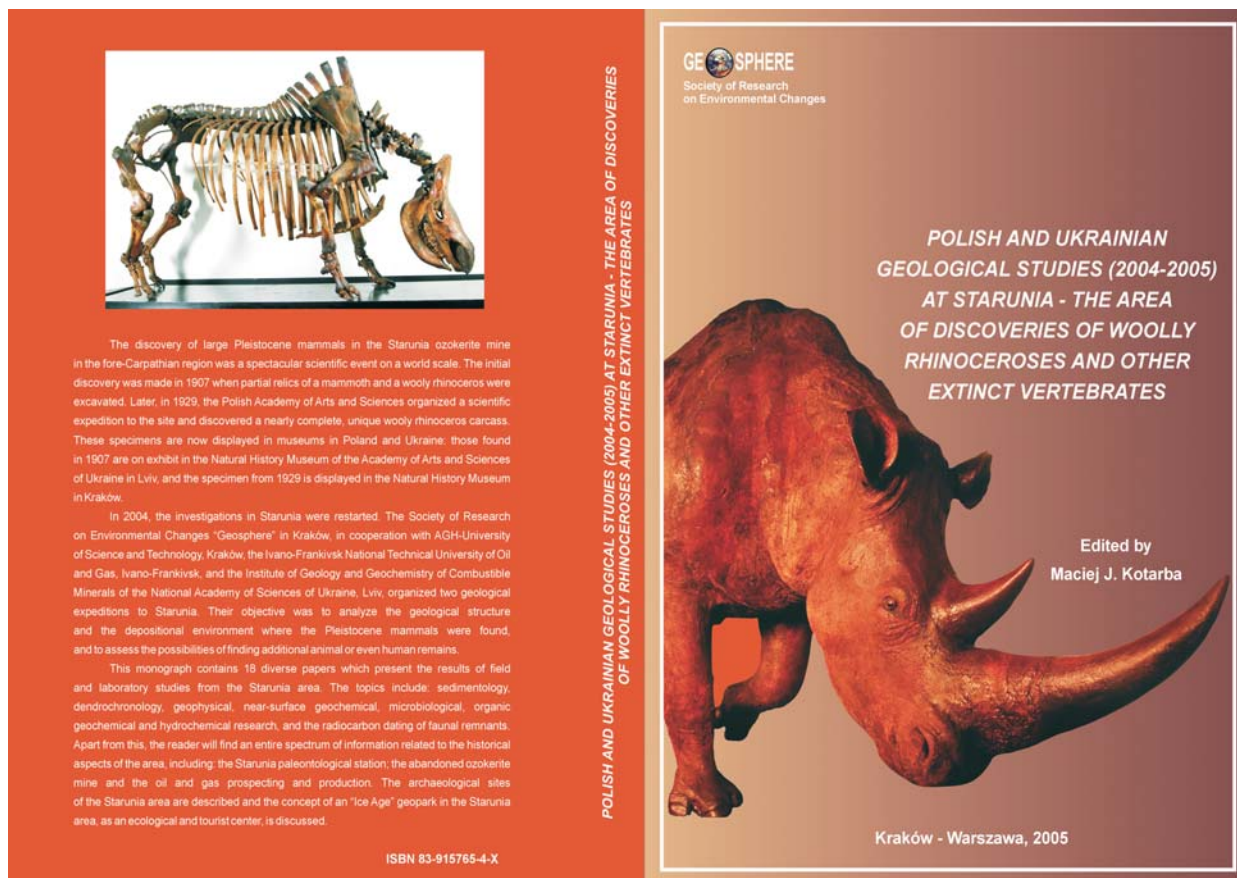
W Staruni w latach 1868–1960 eksploatowano ozokeryt, a na fałdzie Staruni i przyległych strukturach jednostki borysławsko-pokuckiej prowadzono już od lat 70. XIX w. poszukiwania naftowe. W miejscowości tej i w jej okolicach już od średniowiecza znane były źródła solankowe, a w XX w. odkryto występowanie soli kamiennej i potasowej. Geologiczne, czwartorzędowe badania staruńskie, zintensyfikowane w latach 20. i 30. ubiegłego stulecia przez PAU, mają już stuletnią historię.

Badań nad wykopaliskami paleontologicznymi w Staruni nie prowadzono systematycznie, bo trudne i skomplikowane były dzieje tych ziem w ostatnim stuleciu, doczekały się one jednak czterech opracowań monograficznych. W roku 1914 ukazała się okazała monografia poświęcona znalezisku z 1907 r. (Bayger i in., 1914), licząca 386 stron (ryc. 2), a w roku 1930 opracowanie znaleziska „drugiego” nosorożca jako tom 70. Rozpraw Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego PAU (Nowak i in., 1930a), zawierający pięć rozdziałów i nieautoryzowany wstęp również w wersji anglojęzycznej jako *Bulletin International de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres de Cracovie, Ser. B* (Nowak i in., 1930b). Od 1933 r. Komitet Badań Staruńskich PAU wydaje serię wydawniczą *Starunia*, której pierwszych pięć zeszytów poświęconych było badaniom w Staruni (Gams, 1934; Kormos, 1934; Lengersdorf, 1934; Szafran, 1934; Zeuner, 1934). Niedawno wydano opracowanie monograficzne historii odkryć i badań naukowych w Staruni (Alexandrowicz, 2004). W roku



Ryc. 2. Strona tytułowa pierwszej monografii staruńskiej (Beyger i in., 1914)

2005 ukazała się monografia (Kotarba, 2005) podsumowująca badania polskie i ukraińskie prowadzone w latach 2004–2005 (ryc. 3).



Ryc. 3. Strona tytułowa czwartej monografii staruńskiej (Kotarba, 2005)

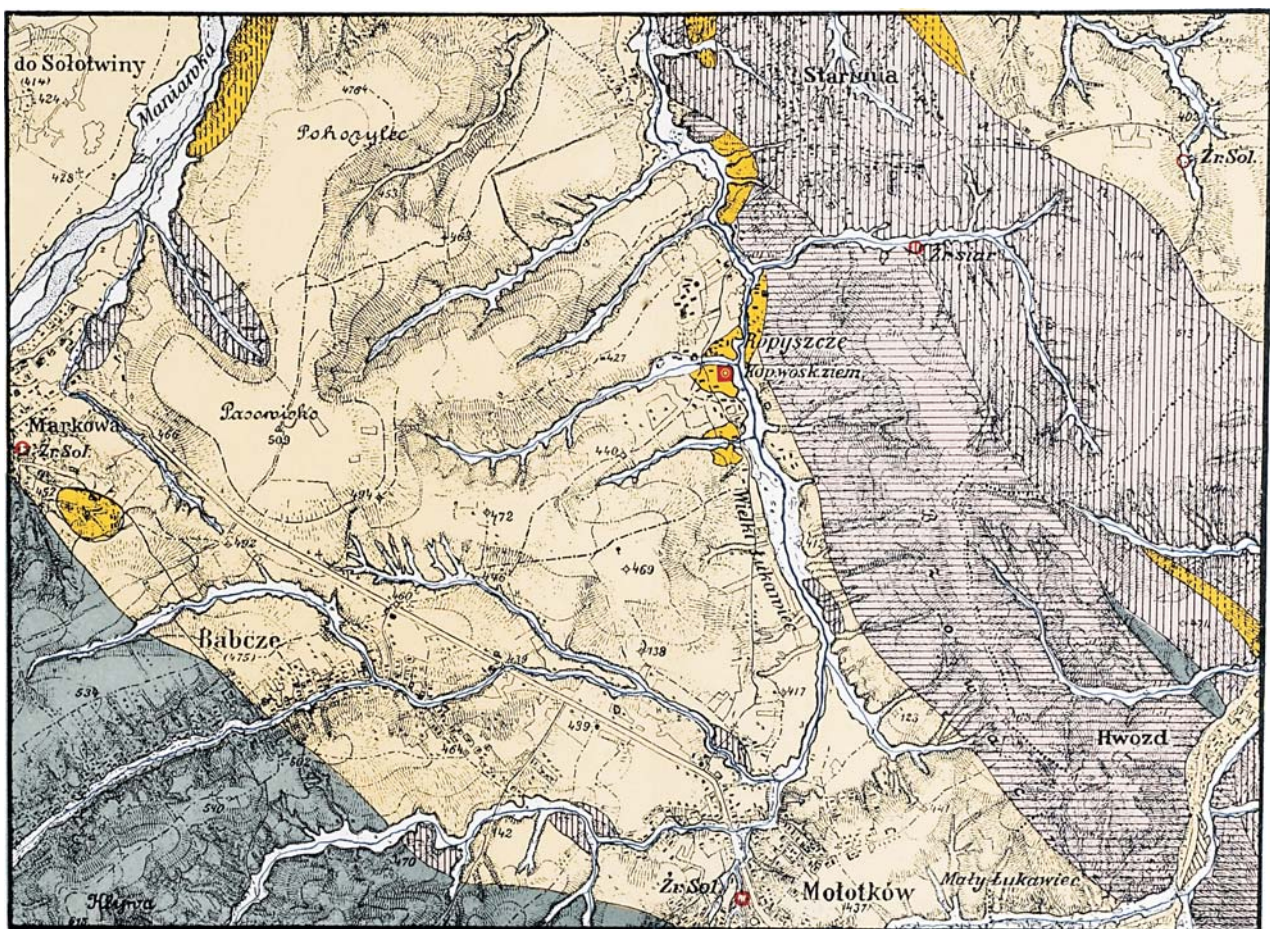
W związku z przypadającą w 2007 r. 100. rocznicą pierwszego znaleziska paleontologicznego wznowiono w Staruni kompleksowe badania geologiczne prowadzone pod kierunkiem M.J. Kotarby w dwóch oddzielnych programach badawczych: pierwszy w latach 2004–2005 i drugi w latach 2007–2009.

Celem niniejszej publikacji jest zaprezentowanie programów najnowszych badań geologicznych w Staruni oraz przypomnienie poprzednich badań, a szczególnie wkładu polskich naukowców w poznanie tego unikatowego stanowiska paleontologicznego oraz ich pionierskich prac geologicznych i naftowych w tej części Karpat Wschodnich.

Historia badań tektonicznych i litostratygraficznych

Jednostkę borysławsko-pokucką tworzy kilka łusek ponasuwanych na północny wschód, z których każda składa się z serii fliszowej przykrytej molasą. W stropie sukcesji fliszowej występują warstwy menilitowe (oligocen–wczesny miocen). W skład tej sukcesji wchodziły przekładane czarne łupki ilaste, mułowce i piaskowce,

które tworzą zarówno skały macierzyste, jak i zbiornikowe dla ropy naftowej i gazu ziemnego. Innym znaczącym poziomem zbiornikowym w rozważanym obszarze są piaskowce śródkowego eocenu. Na sukcesji fliszowej jednostki borysławsko-pokuckiej zalegają dolnomiocenijskie warstwy polanickie i solonośne utwory warstw worotyścieńskich, te ostatnie są niekiedy zastępowane przez zlepieńce słobódzkie i warstwy dobrotowskie. Kompleks miocenijski kończą warstwy stebnickie (Korin, 2005; Koltun i in., 2005). Warunki geologiczne (tektoniczne i litostratygraficzne) w rejonie Staruni i jej okolicy były badane i opisywane przez licznych badaczy polskich i ukraińskich, np. Cizancourt (1925), Alexandrowicz (2004), Alexandrowicz i in. (2005), Bujalski (1925, 1928a), Korin (1992, 1994a, 1994b, 2000), M. Łomnicki (1908, 1914b), J. Łomnicki (1911), Mitura (1944), Monchak & Grodetska (1987), Nowak (1917), Nowak & Panow (1930), Rogala (1907), Tołwiński (1927), Tokarski (1930), Zuber (1885, 1888). Pierwsza mapa geologiczna została opracowana przez Zuberę (1888), a następnie zaktualizowana (ryc. 4) przez J. Łomnickiego (Bayger i in., 1914).



Ryc. 4. Mapa geologiczna Staruni i okolicy. Wykonał J. Łomnicki z uwzględnieniem badań własnych i R. Zuber (Bayger i in., 1914)

Historia odkrycia i występowania soli i solanek

Solaneki powszechnie występują w Karpatach Wschodnich. Są one genetycznie związane głównie warstwami worotyszczeńskimi oraz innymi mioceńskimi formacjami solonośnymi (Kuźniar, 1930; Korin, 2005). Wody solankowe są jednym z najważniejszych czynników zakonserwowania unikatowego okazu nosorożca włochatego oraz innych kopalnych kręgowców.

W profilu warstw worotyszczeńskich występują zarówno pokłady soli kamiennej, jak i soli potasowych (Korin, 2005). Pokłady te zostały stwierdzone już przed II wojną światową w profilu odwiertu Nadzieja-3 (Zubrzycki, 1938; Mitura, 1944). Solanki udostępnione przez kopanie studzien i szybów, zwane wtedy oknami solnymi, były już znane w Staruni w średniowieczu, o czym świadczą zapisy w starych kronikach (Alexandrowicz, 2004 i cytowana tam literatura).

Najbardziej zasolone wody, wypływające z głębokich otworów Nadzieja-1 oraz Dźwiniacz, pochodzą z dehydratacji minerałów ilastych w procesie diagenety. Mimo iż wody dehydratacyjne obszaru Karpat fliszowych mieszają się zwykle przy powierzchni z lokalnymi wodami infiltracyjnymi, w rejonie Staruni nie stwierdzono jednoznacznie występowania takiego zjawiska. Niektóre z badanych wód infiltracyjnych uzyskują również wysokie zasolenie przez ługowanie złóż soli, dodatkowo modyfikowane poprzez efekty parowania na powierzchni (Duliński i in., 2005).

Historia poszukiwań naftowych

W latach 1885–1939 w rejonie Staruni odwiercono 15 odwiertów poszukiwawczych: Galicja, Geo-I, Greve-I, Juliusz-1, Juliusz-2, Korn, Lelia, Nadzieja-1 (Starunia-1), Nadzieja-3, Metzger-3, Metzger-4, Metzger-5, Migeles, Przyszłość-2 i Tadeusz-1. Tylko w otworze Nadzieja-1 stwierdzono przemysłowe nagromadzenie ropy i gazu w warstwach eoceńskich. W roku 1929 dzienne wydobycie ropy wynosiło 4 t i spadło w 1940 r. do 0,3 t (Zubrzycki, 1938; Mitura, 1944). Zaraz po wojnie zakończono eksploatację z przyczyn technicznych. Mniejsze przypływy ropy i gazu stwierdzono w mioceńskich warstwach worotyszczeńskich i oligoceńskich warstwach menilitowych w profilach otworów: Greve-I, Metzger-3, Przyszłość-2 i Nadzieja-3, a objawy ropy w odwiertach: Juliusz-1, Juliusz-2 i Tadeusz-1. W latach 1950–1970 w rejonie Staruni odwiercono kilkadziesiąt otworów poszukiwawczych. Umożliwiły one dokładne rozpoznanie struktury jednostki borysławsko-pokuckiej i zlokalizowanie fałdów Staruni i Hwozdu. W roku 1963 na fałdzie Hwozdu, który przylega od NE do fałdu Staruni, odkryto złożę ropy naftowej Hwozd (Atlas..., 1998). Natomiast na fałdzie Staruni wystąpiły tylko niewielkie przypływy i objawy ropy i gazu, na przykład w odwiertach Starunia-5, Starunia-15, Starunia-20 i Starunia-25 (Adamenko i in., 2005a). Stwierdzono, że w tym fałdzie solonośne dolne warstwy worotyszczeńskie zostały złuszkowane przez wypiętrzające się warstwy menilitowe, a wysokie ciśnienie wód złożowych w ich obrębie spowodowało destrukcję pułapek i wyzwoliło migrację węglowodorów ku powierzchni. Podczas migracji ropy bogatej w węglowodory nasycone powstały żyły ozokerytu. Dlatego w fałdzie Staruni występuje jedno z największych nagromadzeń ozokerytu, nie jest on jednak strukturą perspektywiczną dla dalszych poszukiwań ropy i gazu. Ropa naftowa, której resztki dopłynęły i wypływają jeszcze na

powierzchnię w postaci wulkanów błotnych i tzw. oczek ropnych, a niekiedy tworząca niewielkie jeziora (Kotarba i in., 2005a), jest jednym z najważniejszych czynników powstawania złoża ozokerytu, a także zakonserwowania unikatowego okazu nosorożca włochatego oraz innych zwierząt kopalnych w Staruni.

Niedaleko od złoża ozokerytu Starunia, w fałdach fliszowych przykrytych przez molasę mioceńską znajduje się kilka złóż ropy naftowej, kondensatu i gazu ziemnego: Hwozd, Hwozd Południowy, Monastyrzany, Pniów, Pasieczna i Bitków–Babcze (Koltun i in., 2005). Wielohoryzontowe złoża ropy naftowej i gazu ziemnego występują zarówno w różnych jednostkach litostratygraficznych, jak i w oddzielnych łuskach. Węglowodory ciekłe występujące w „oczkach ropnych” na powierzchni i nasycające szczątki nosorożców włochatych są związane z ropą naftową w utworach oligoceńskich i eoceńskich jednostki borysławsko-pokuckiej na fałdzie Staruni i przyległych strukturach Bitkowa, Gwizdu, Markowej i Monastyrzany. Powstały one z kopalnej substancji organicznej oligoceńskich łupków menilitowych (Kotarba, 2002; Kotarba i in., 2005a). Kotarba (2002) zajął się wyjaśnieniem pochodzenia węglowodorów nasycających kości nosorożców z 1929 r.

Historia odkrycia i eksploatacji wosku ziemnego

Złożę Starunia jest jednym z kilku złóż ozokerytu w jednostce borysławsko-pokuckiej, które występują w strefach szczelinowych i zbrekcionowanych utworów mioceńskich nad szczytowymi partiami roponośnych fliszowych struktur antyklinalnych (Bojko & Sozański, 2004). Jednostka borysławsko-pokucka zapadliska przedkarpackiego jest główną roponośną częścią prowincji karpackiej. Żyły i pokłady są głównymi formami występowania ozokerytu w tych złożach. W okolicy Staruni ozokeryt został stwierdzony na głębokości od 10 do ok. 500 m. Pokłady i żyły ozokerytu występują w mioceńskich utworach molasowych, które w jednostce borysławsko-pokuckiej leżą na utworach fliszowych. Eksploatację ozokerytu rozpoczęto w roku 1868 i trwała ona do roku 1960 (Alexandrowicz, 2004; Adamenko i in., 2005a).

Występowaniem i wydobywaniem ozokerytu, ropy naftowej i gazu ziemnego w Staruni zajmowali się Windakiewicz (1875a, 1875b), Szajnocha (1881, 1892), Siegfried (1912), Bujalski (1928b, 1929), Zubrzycki (1938), Mitura (1944), Baranowski & Sukharev (1959), Bojko (1967) i autorzy *Atlas of oil and gas fields of Ukraine* (1998). Historia poszukiwań i eksploatacji tych surowców została ostatnio wyczerpująco opisana przez Bojko & Lozańskiego (2004) oraz Alexandrowicza (2002, 2004, 2005a, 2005b).

Historia badań paleozoologicznych

Jesienią 1907 r., podczas prac związanych z pogłębianiem szybu IV, nazwanego później szybem *Mamutowym*, znaleziono niekompletne szkielety mamuta i nosorożca włochatego. Opracowaniem okazów mamuta (*Elephas antiquus* Blum.) i nosorożca włochatego (*Coelodonta antiquitatis*) zajmowali się: szkielety — Niezabitowski-Lubicz (1914a, b) i części miękkie — Hoyer (1914). W otoczeniu mamuta i nosorożca znaleziono liczne szczątki owadów, należących głównie do chrząszczy, ważek, dwuskrzydłych, prostoskrzydłych oraz wij (M. Łomnicki, 1914c, d, e; M. Łomnicki & J. Łomnicki, 1914). Ponadto oceną fauny chrząszczy zajął się Pawłowski (2003). Znaleziono

również okaz motyla, opisany przez Schille (1914), i przedstawicieli pajęczaków (Kulczyński, 1914). Wśród zwierząt bezkręgowych M. Łomnicki (1908, 1914f) oznaczył również ślimaki i małże, a ich oceny ekologicznej podjął się Alexandrowicz (2003). W szybie IV pomiędzy nosorożcem a mamutem znaleziono doskonale zakonserwowany okaz żaby śmieszki (Bayger, 1914), łuszczaaka grubodzioba i szczątki innego bliżej nie oznaczonego ptaka (Mierzejewski, 1914) oraz pojedyncze kości żaby trawnej lub żaby jadalnej, żaby śmieszki, sowy uszatej, jelenia olbrzymiego i konia (Kiernik, 1914).

W 1929 r. pod patronatem Polskiej Akademii Umiejętności ponownie podjęto prace wykopaliskowe na terenie kopalni wosku ziemnego w Staruni. Pracami kierował niezwykle oddany sprawie poszukiwań Eugeniusz Panow. Najlepiej zachowany okaz samicy nosorożca włochatego („drugi”) został znaleziony 23 października 1929 roku w odległości 4,5 m od szybu IV, na głębokości 12,5 m. W górnej części wykopu znaleziono szkielet już bez części miękkich „trzeciego” (Stach 1930), a potem, jak się okazało, również jedną kość należącą do „czwartego” nosorożca (Kubiak, 1994, 2003). Podczas prac wykopaliskowych oprócz szczątków dużych ssaków z otaczających je iłów uzyskano bardzo liczne szczątki owadów, z których w sposób szczegółowy opracowano grupę szarańczaków (Zeuner, 1934), dwuskrzydłych (Lengersdorf, 1934), chrząszczy (Angus, 1973) i ryjkowców (Kuśka, 1992). Duża część zgromadzonych owadów nie doczekała się opracowania, a część została zagubiona (Pawłowski, 2003). Przeglądu szczątków fauny znalezionej w Staruni dokonał Hoyer (1915, 1937). Tematykę dużych ssaków ze Staruni podejmowali też Niezabitowski-Lubicz (1911a, b), Kubiak (1969, 1971, 2003), Kubiak & Dziurdzik (1973), Kubiak & Drygant (2005).

Historia badań paleobotanicznych

W 1907 roku w iłach szybu IV natrafiono na liczne szczątki roślin, w tym owoców, liści i fragmentów drewnien. Liście i owoce opracował Raciborski (1914a, b). Oznaczył on kilkanaście gatunków drzew i krzewów oraz roślin zielnych. Analizy fragmentów drewnien podjął się Szafer (1914). Obfity materiał stanowiły duże części pni, konarów i drobnych gałązek. Podobnie jak w przypadku liści i owoców, w składzie flory dominował dąb i wierzba, licznie występowały również wiąz, jesion i brzoza.

Na podstawie makroszczątków roślin badacze uzyskali obraz roślinności, który odpowiadał współczesnej, występującej w otoczeniu szybu IV. Późniejsze wykopaliska ujawniły, że zarówno szczątki ssaków, jak i wraz z nimi wydobyte szczątki roślin znajdowały się na wtórnym złożu (Nowak & Panow, 1930; Szafer, 1930).

Ciało „drugiego” nosorożca, znalezione w 1929 roku, spoczywało w otoczeniu siwych iłów z dużą domieszką materiału organicznego. Flora iłów z bezpośredniego otoczenia nosorożca oraz wypełniających jego wnętrze została częściowo opracowana przez Szafera (1930). Pozostały materiał jest zgromadzony w Muzeum Paleobotanicznym im. W. Szafera PAN w Krakowie. Na podstawie składu florystycznego Szafer (1930) stwierdził, że jest to flora odpowiadająca środowisku współczesnej tundry arktycznej. Wiek badanych osadów odniósł on do *maksymalnego zlodowacenia dyluwialnego*, czyli zlodowacenia *Cracovien*. Datowanie radiowęglowe nosorożca (Kubiak, 1971) zmieniło sugerowaną pozycję stratygraficzną do interstadiału środkowego vistulianu — Hengelo (Granoszewski, 2002).

Nie jest jednak pewna dokładność tego oznaczenia radiowęglowego (Kuc i in., 2005).

Z warstw iłów staruńskich wydobyto również szczątki mchów, które zostały opracowane przez Szafrana (1934) i Gamsa (1934). Osobno zostały szczegółowo opracowane liście wierzb. Kucowa (1954) na podstawie morfologii liści wyróżniła kilkanaście gatunków rodzaju *Salix*.

R. Stachowicz-Rybka z materiałów zebranych w latach 1929–1932 i przechowywanych w Muzeum Paleobotanicznym im. W. Szafera PAN w Krakowie oznaczyła wiele nowych gatunków roślin, nie zanotowanych przez W. Szafera (1930). Próbkki opisane z wnętrza nosorożca zawierają kilkaset owoców z rodzaju *Carex*, głównie *Carex nigra* i *C. gracilis*, a także nasiona *Plantago lanceolata* i *P. media*. W próbkach opisanych z zębów nosorożca oznaczono szczątki roślin wodnych, takich jak *Potamogeton filiformis*, *Nuphar pumila*, a także *Comarum palustre*, które wskazują na przynajmniej czasowe istnienie zbiornika wodnego (R. Stachowicz-Rybka, dane niepublikowane). Dotychczas znany skład flory ze Staruni wskazywał, że była to flora lądowa, zdeponowana prawdopodobnie przez wody płynące (Szafer, 1930).

W odsłonięciach potoku Łukawiec Wielki zostały znalezione liczne fragmenty pni drzew szpilkowych i liściastych, których wiek na podstawie analizy dendrochronologicznej M. Krąpiec oznaczył na okres średniowiecza — XII i XIV wiek (Alexandrowicz i in., 2005).

Badania naukowe w latach 2004–2005

W 2004 roku, po długiej przerwie, zostały wznowione badania naukowe w Staruni. W maju i październiku tego roku Towarzystwo Badania Przemian Środowiska *Geosfera*, przy współdziałaniu Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Uniwersytetu Technicznego Ropy i Gazu w Iwano-Frankiwsku oraz Instytutu Geologii i Geochemii Surowców Energetycznych Narodowej Akademii Nauk Ukrainy we Lwowie, zorganizowało dwie wyprawy, podczas których przeprowadzono badania geologiczne, geofizyczne, geochemiczne i mikrobiologiczne w Staruni. Ich celem było określenie budowy geologicznej i specyficzności środowiska sedymentacji osadów czwartorzędowych zawierających szczątki ssaków plejstocenyjskich oraz ocena możliwości znalezienia nowych okazów fauny, a nawet człowieka. Efektem tych prac była monografia (Kotarba, 2005) składająca się z 18 rozdziałów, w których przedstawiono wyniki badań terenowych i laboratoryjnych (ryc. 3). Na obszarze zlikwidowanej kopalni ozokerytu oraz w jej okolicach wykonano badania sedymentologiczne i dendrochronologiczne tarasu holocenyjskiej rzeki Wielki Łukawiec (Alexandrowicz i in., 2005); pomiary geofizyczne — elektrooporowe, grawimetryczne i termiczne (Mościcki, 2005; Madej & Porzucek, 2005); przypowierzchniowe badania geochemiczne (Kotarba i in., 2005a; Dzieńiewicz i in., 2005); badania mikrobiologiczne (Barabasz i in., 2005); badania organochemiczne skał macierzystych z odsłoneń powierzchniowych i rdzeni wiertniczych oraz ropy naftowej i gazu ziemnego z akumulacji wgłębnych i z wpływów powierzchniowych (Kotarba i in., 2005b); badania chemiczne i trwałych izotopów wodoru i tlenu wód wgłębnych i powierzchniowych (Duliński i in., 2005) oraz datowanie metodą radiowęglową szczątków nosorożców włochatych i mamuta (Kuc i in., 2005). Ponadto w monografii opisano historię stanowiska paleontologicznego i zlikwidowanej kopalni ozokerytu w Staruni (Alexandrowicz, 2005b),

historię poszukiwań naftowych (Adamenko i in., 2005a), miocenijskie solonośne warstwy worotyszczeńskie (Korin, 2005), budowę geologiczną i występowanie złóż węglowodorów (Koltun i in., 2005), cechy geomorfologiczne i neotektoniczne badanego obszaru (Stelmakh, 2005), a także stanowiska archeologiczne na obszarze Staruni (Matskevij, 2005), historię badań paleontologicznych i zbiory staruńskie w muzeach przyrodniczych Lwowa i Krakowa (Kubiak & Drygant, 2005) oraz koncepcję utworzenia w Staruni międzynarodowego Parku Epoki Lodowcowej jako centrum ekoturystycznego i geoturystycznego (Adamenko i in., 2005b).

Wyniki interdyscyplinarnych badań wykonanych w Staruni w latach 2004–2005 (Kotarba, 2005) pozwoliły na wstępne okonturowanie paleozbiornika wodnego, w którym występuje stanowisko paleontologiczne szczątków kopalnych Staruni i ukierunkowały dalszy program badawczy na szczegółowe rozpoznanie budowy geologicznej byłej kopalni wosku ziemnego, a szczególnie środowiska sedymentologicznego osadów plejstocenijskich.

Badania naukowe w latach 2007–2009

Od 2007 r. w Staruni pod kierunkiem prof. M.J. Kotarby są kontynuowane badania w dziewięciu zespołach metodycznych: geochemii powierzchniowej (dr M. Dzieńiewicz — kierownik zespołu i dr H. Sechman), geoelektryki (dr W.J. Mościcki — kierownik zespołu), mikrograwimetrii (prof. J. Madej — kierownik zespołu i dr S. Porzucek), mikrobiologii (prof. W. Barabasz — kierownik zespołu, dr M.J. Chmiel i dr M. Ostafin), litologii i sedymentologii czwartorzędowej (prof. S.W. Alexandrowicz — kierownik zespołu i dr inż. T. Sokołowski), paleobotaniki — palinologii i analizy makroskopowych szczątków roślin (dr R. Stachowicz-Rybka — kierownik zespołu), paleozoologii — badanie mięczaków (dr hab. W.P. Alexandrowicz — kierownik zespołu) oraz datowań radiowęglowych (prof. K. Różański — kierownik zespołu, prof. T. Goslar i dr T. Kuc).

Badania są skoncentrowane na obszarze ok. 10,5 ha w celu szczegółowego okonturowania i rozpoznania struktury wewnętrznej plejstocenijskiego zbiornika wodnego, który uwarunkował zakonserwowanie kręgowców plejstocenijskich. Pozwoli to na dokonanie oceny możliwości znalezienia w nim nowych, dobrze zachowanych okazów tych zwierząt, a być może nawet polującego na nie człowieka. W Staruni i w jej okolicach, w czasach, kiedy żyły olbrzymie ssaki, znajdowało się co najmniej 17 osad dawnych ludów łowieckich (Matskevij, 2005), zaistniała więc możliwość, że w bagnach tych mógł się również utopić człowiek.

Pierwszy etap badawczy (kwiecień 2007) polegał na wykonaniu podstawowych prac z zakresu geochemii powierzchniowej, geoelektryki i mikrograwimetrii. W efekcie tych badań uściślono granice zasięgu występowania plejstocenijskiego zbiornika wodnego, który najprawdopodobniej utrzymał się do holocenu, oraz rozróznięto miejsca dopływu złożowego metanu termogenicznego od miejsc występowania metanu mikrobiального. W obrębie zbiornika zostały wyznaczone lokalne strefy występowania osadów nieprzepuszczalnych, w których panowały warunki redukcyjne, oraz strefy występowania osadów przepuszczalnych, charakteryzujące się warunkami utleniającymi. W ten sposób wytypowano miejsca, w których mogły się zachować zarówno szczątki kostne, jak i tkanki miękkie wymarłych kręgowców.

W trakcie drugiego etapu prac (czerwiec 2007) na podstawie wyników powierzchniowych badań geochemicznych i geofizycznych wybrano 30 stanowisk badawczych. W stanowiskach tych odwiercono otwory o głębokości 6 m i średnicy 4,2 cm i przeprowadzono w nich szczegółowe badania geochemiczne i mikrobiologiczne oraz badania metodą tomografii elektrooporowej. Wyniki tych badań umożliwiły rozpoznanie cech litologicznych ośrodka skalnego i rozróznięcie kompleksów ilastych o dużej aktywności bakterii metanowych.

W ramach trzeciego etapu (jesień 2007–wiosna 2008) w wytypowanych ponad 30 stanowiskach planuje się odwiercenie pełnordzeniowanych otworów do spągu osadów czwartorzędowych, o głębokości 5–20 m i średnicy rdzenia 6–12 cm. Z profili tych odwiertów zostaną pobrane próbki urobku skalnego do badań geochemicznych gazów adsorbowanego, mikrobiologicznych, litologicznych, sedymentologicznych, paleobotanicznych i faunistycznych. Na tym etapie zostaną również dokończone badania geoelektryczne i grawimetryczne.

Podczas czwartego i piątego etapu (2008–2009) zostaną wykonane szczegółowe badania litologiczne, litofacjalne, sedymentologiczne, paleobotaniczne, faunistyczne i datowania radiowęglowe makroszczątków flory i fauny oraz synteza wszystkich wyników badań.

Analizy litologiczne, litofacjalne i sedymentologiczne, jako podstawowe metody szczegółowego opisu osadów, posłużą do określenia ich genezy i umożliwią wyróżnienie utworów jeziornych, zastoiskowych i rzecznych. Wyróżnienie facji osadów stokowych (deluwialnych i soliflukcyjnych) jest podstawą zdefiniowania środowisk sedymentacyjnych jezior i bagnisk, które zapewniały dobre warunki żerowania dużym ssakom czwartorzędowym (nosorożcom włośchatym i mamutom), a tym samym podstawą ukierunkowania badań na lokalizację nowych stanowisk paleontologicznych.

Zasadniczym celem analizy paleobotanicznej makroskopowych szczątków roślin będzie poznanie sukcesji roślinności zbiorników wodnych, torfowisk lub starorzeczy. Wydobyta z osadów flora czwartorzędowa, oznaczona do poziomu gatunku, będzie źródłem danych do szczegółowej rekonstrukcji paleośrodowiska i panującego wówczas klimatu. Skład roślinności oraz sukcesja zbiorowisk jeziornych, szuwarowych i najbliższego otoczenia jezior będą podstawą szczegółowego odtworzenia zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym w plejstocenie i holocenie. Badania faunistyczne obejmą głównie mięczaki i ewentualnie owady. Celem analizy malakologicznej będzie określenie składu i zmienności zespołów mięczaków, które są wskaźnikami środowisk wodnych i lądowych oraz warunków klimatycznych, a więc pośrednio także wieku osadów. Radiowęglowe datowania makroszczątków flory i fauny pozwolą na uzyskanie precyzyjnej chronostratygrafii do 40–45 tys. lat wstecz. Ponadto elektrooporowe sondowania azymutalne dostarczą informacji o zmienności struktury ośrodka litofacjalnego wraz ze wskazaniem możliwej ekstrapolacji w modelu przestrzennym.

Kompleksowa synteza wyników wszystkich badań naukowych na terenie byłej kopalni wosku ziemnego w Staruni umożliwi wyznaczenie miejsc przyszłych prac wykopaliskowych, w których istnieją największe szanse znalezienia nowych, dobrze zachowanych okazów fauny i flory plejstocenijskiej.

Praca została wykonana w ramach specjalnego projektu badawczego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 139/UKR/2006/01 (umowa AGH Nr 28.28.140.512). Autorzy są wdzięczni Pani prof. dr hab. T. Madeyskiej za cenne uwagi i komentarze. Dziękują również TBPS *Geosfera* za finansowe wsparcie graficznej strony artykułu.

Literatura

- ADAMENKO O.M., STELMAKH O.R., ZINCHUK M.S. & KOTARBA M.J. 2005a — History of petroleum exploration in the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 53–60.
- ADAMENKO O.M., KRIZHANIVSKIY E.I., VEKERYK V.I., STELMACH O.P., MISCHENKO L.V., ZORINA N.O., ZORIN D.O. & AMBROZYAK M.V. 2005b — A concept of an international Ice-Age park: abandoned ozokerite mine in Starunia village (fore-Carpathian region, Ukraine) as an ecological-tourist center. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 205–209.
- ALEXANDROWICZ S.W. 2002 — Starunia jako symbol aktywności badawczej Polskiej Akademii Umiejętności. Pr. Komis. Hist. Nauki PAU, 4: 71–89.
- ALEXANDROWICZ S.W. 2003 — Krytyczny przegląd malakofauny z wykopaliisk w Staruni. Pr. Komis. Hist. Nauki PAU, 1: 159–162.
- ALEXANDROWICZ S.W. 2004 — Starunia i badania czwartorzędu w tradycji i inicjatywach Polskiej Akademii Umiejętności. Stud. i Mat. do dziejów PAU. Kraków, 3: 261.
- ALEXANDROWICZ S.W. 2005a — Historia i ostatnie lata działalności kopalni wosku ziemnego w Staruni. Pr. Komis. Hist. Nauki PAU, 7: 71–89.
- ALEXANDROWICZ S.W. 2005b — The history of “Starunia” — a palaeontologic site and old ozokerite mine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 21–36.
- ALEXANDROWICZ S.W., ALEXANDROWICZ W.S. & KRĄPIEC M. 2005 — Holocene terrace of the Velyky Lukavets River in Starunia: sediments and dendrochronology. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 95–101.
- ANGUS R.B. 1973 — Pleistocene “Hellephorus (Coleoptera, Hydrophilidae)” from Borislav and Starunia in the Western Ukraine, with a reinterpretation of M. Łomnicki’s species, description of a new Siberian species, and comparison with British Weichselian faunas, Phil. Trans. Roy. Soc. London, 265: 299–326.
- Atlas of oil and gas fields of Ukraine, t. 5, 1998 — V. Fedyshyn et al. (eds.). Ukrainian Oil and Gas Academy, Lviv.
- BARABASZ W., CHMIEL M., DZIENIEWICZ M. & SECHMAN H. 2005 — Microbiological characteristics and gaseous hydrocarbons, carbon dioxide and hydrogen distribution in the near-surface zone of the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 175–185.
- BARANOVSKIY N.F. & SUKHAREV M.F. 1959 — Ozokeryt (dobycha, pererabotka i primenenje). Izd. Gostoptekh, Moskva, 203.
- BAYGER J.A. 1914 — Żaba smieszka. Wykopaliiska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 385–386.
- BAYGER J.A., HOYER H., KIERNIK E., KULCZYŃSKI W., ŁOMNICKI M., ŁOMNICKI J., MIERZEJEWSKI W., NIEZABITOWSKI E., RACIBORSKI M., SZAFER W. & SCHILLE F. 1914 — Wykopaliiska Staruńskie. Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 386.
- BOJKO G.Y. 1967 — Usloviya obrazovaniya Prykarpatskikh ozokeritovykh mestorozhdenij. Geologija i geokhimija gorjuchikh iskopajemykh, 12: 107–115.
- BOJKO G. & SOZAŃSKI J. 2004 — Ozokeryt [W:] J. Raczkowski & J. Zarubin (red.), Nafta i gaz Podkarpacia, Zarys historii. Instytut Nafty i Gazu, Kraków, Naukowa Dumka, Kyiv, 345–360.
- BUJALSKI B. 1925 — Budowa geologiczna Karpat w obszarze Bitkowa. Biul. Stacji Geol., Borysław, 9: 1–63.
- BUJALSKI B. 1928a — Sprawozdanie z prac geologicznych wykonanych w r. 1927. Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol., 21: 5–10.
- BUJALSKI B. 1928b — Pasiczna [W:] K. Tołwiński (red.), Kopalnie nafty i gazów ziemnych w Polsce. Biul. Stacji Geol., Borysław, 18: 17–24.
- BUJALSKI B. 1929 — Bitków [W:] K. Tołwiński (red.), Kopalnie nafty i gazów ziemnych w Polsce. Biul. Stacji Geol., Borysław, 18: 28–37.
- CIZANCOURT de H. 1925 — O budowie przedmurza polskich Karpat wschodnich. Biul. Stacji Geol., Borysław, 12: 5–15.
- DULIŃSKI M., RÓŻAŃSKI K. & KOTARBA M.J. 2005 — Isotopic and chemical composition of surface and groundwaters from the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 187–194.
- DZIENIEWICZ M., SECHMAN H. & MOŚCICKI J. 2005 — Preliminary near-surface geochemical survey and shallow temperature measurements along the selected line in Starunia, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 147–155.
- GAMS H. 1934 — Die Moose von Starunia als Vegetations- und Klimazeugen. Starunia, 2: 1–6.
- GRANOSZEWSKI W. 2002 — Szczątki roślinne towarzyszące wykopaliiskom mamuta i nosorożca włochatego w Staruni (Ukraina) w latach 1907–1929. Wiad. Bot., 45 (3/4): 29–34.
- HOYER H. 1914 — Części miękkie głowy nosorożca i skóra mamuta. Wykopaliiska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 269–340.
- HOYER H. 1915 — Die Untersuchungsergebnisse am Kopfe des in Starunia in Galizien ausgegrabenen Kadavers von Rhinoceros antiquitatis Blum. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol., 19: 419–492.
- HOYER H. 1937 — Fauna dyluwialna Polski. Kosmos, 63: 181–210.
- KIERNIK E. 1914 — Szczątki innych kopalnych kregowców ze Staruni. Wykopaliiska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 341–355.
- KOLTUN Y.V., DUDOK I.V., KOTARBA M.J., ADAMENKO O.M., PAVLUK M.I., BURZEWSKI W. & STELMAKH O.R. 2005 — Geological setting and petroleum occurrence of the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 61–77.
- KORIN S.S. 1992 — Tektonicheskie usloviya formirovaniya struktury kalijnnykh mestorozhdenij v Boryslavo-Pokutskom pokrove. Otechestvennaja geologija, 12: 20–25.
- KORIN S.S. 1994a — Pro mozhlyvist’ vykorystannja budovy solonnykh vidkladiv Prykarpattia dla prognozuvanni naftonosnykh struktur. Geologija i geokhimija goryuchykh kopalin, 1–2: 89–93.
- KORIN S.S. 1994b — Budowa geologiczna miocenskich formacji solonośnych ukraińskiego Przedkarpacia. Prz. Geol., 42: 744–747.
- KORIN S. 2000 — Występowanie zwierząt kopalnych w solonośnych utworach formacji worotyszczańskiej: historia i perspektywy dalszych odkryć. Prz. Geol., 48: 305–306.
- KORIN S.S. 2005 — Miocene salt-bearing Vorotyshcha Beds in the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 79–86.
- KORMOS T. 1934 — Knochenfragmente der in Starunia zusammen mit dem Wollnashorn gefundenen kleineren Wirbeltiere. Starunia, 5: 1–4.
- KOTARBA M.J. 2002 — Skład i geneza węglowodorów nasycających szczątki nosorożca włochatego ze Staruni (Karpaty Ukraińskie). Prz. Geol., 50: 531–534.
- KOTARBA M.J. (ed.) 2005 — Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 218.
- KOTARBA M.J., WIĘCŁAW D., KOLTUN Y.V., LEWAN M.D., MARYNOWSKI L. & DUDOK I.V. 2005a — Organic geochemical study and genetic correlations between source rocks and hydrocarbons from surface seeps and deep accumulations in the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 125–145.
- KOTARBA M.J., DZIENIEWICZ M. & SECHMAN H. 2005b — Geochemical survey, molecular and isotopic compositions, and genetic identification of near-surface gases from the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 157–174.
- KUBIAK H. 1969 — Über die Bedeutung der Kadaver des Wollhaarnashorns von Starunia., Ber. deutsch. Ges. Geol. Wiss., A. Geol. Paläont., 14: 345–347.

- KUBIAK H. 1971 — Datowanie radiowęglęciem ^{14}C szczątków nosorożca włochatego ze Staruni. *Wszechświat*, 10: 267–268.
- KUBIAK H. 1994 — Starunia — w 85. rocznicę pierwszych odkryć paleontologicznych. *Wszechświat*, 95: 295–299.
- KUBIAK H. 2003 — Nosorożce i mamut ze Staruni. *Pr. Komis. Paleogeogr. Czwartorzędu PAU*, 1: 19–20.
- KUBIAK H. & DRYGANT D.M. 2005 — Starunia collections in Lviv and Kraków natural history museums and history of palaeontological studies. [In:] M.J. Kotarba (ed.), *Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses*. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 37–44.
- KUBIAK H. & DZIURDZIK B. 1973 — Histological characters of hairs in extant and fossil rhinoceroses. *Acta biol. Cracoviensia*, Ser. Zool., 16: 55–61.
- KUC T., RÓŻAŃSKI K., GOSLAR T., KUBIAK H. & KOTARBA M.J. 2005 — Radiocarbon dating of remnants of woolly rhinoceroses and mammoth from Starunia, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), *Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses*. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 195–203.
- KUCOWA I. 1954 — Krytyczny przegląd gatunków wierzby (*Salix* L.) z osadów glacialnych Polski. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 23: 807–837.
- KULCZYŃSKI W. 1914 — Typ: Członkonogi. Gromada: Pajęczaki. Rząd: Roztocza. Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 46–49.
- KUŚKA A. 1992 — Revision of fossil “Curculionidea (Coleoptera)” from Boryslaw and Starunia near Lwów. *Pol. Pismo Entom.*, 61: 89–95.
- KUŹNIAR C. 1930 — Budowa złóż soli potasowych w niecce Kałuskiej. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 25, 16–21.
- LENGERSDORF F. 1934 — Dipteren aus den diluvialen Schichten von Starunia, Starunia, 4: 1–8.
- ŁOMNICKI J. 1911 — O składnikach tektonicznych Podkarpacia nadworniańsko-sołotwińskiego. *Spraw. Komis. Fizjogr. AU*, 45: 8–17.
- ŁOMNICKI J. & ŁOMNICKI M. 1914 — Owady (Insekta). Rząd: Tęgopokrywe (Coleoptera). Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 52–85.
- ŁOMNICKI M. 1908 — Wykrycie mamuta (*Elephas primigenius* Blumb.) i nosorożca dyluwialnego (*Rhinoceros antiquitatis* Blumb.) w Staruni (pow. Bohorodczański). *Kosmos*, 33: 63–70.
- ŁOMNICKI M. 1914a — Wykrycie mamuta i nosorożca dyluwialnego. Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 1–8.
- ŁOMNICKI M. 1914b — Stosunki topograficzne i geologiczne kopalni staruńskiej. Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 9–24.
- ŁOMNICKI M. 1914c — Gromada: Wije. Rząd: Dwuparce. Rząd: Prostoskrzydłe. Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 50.
- ŁOMNICKI M. 1914d — Gromada: Owady. Rząd: Ważki. Rząd: Prostoskrzydłe. Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 51–52.
- ŁOMNICKI M. 1914e — Owady (Insekta). Rząd: Półtępokrywe (Hemiptera) i Dwuskrzydłe (Diptera). Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 86–88.
- ŁOMNICKI M. 1914f — Typ: Mięczaki (Mollusca). Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 41–45.
- MADEJ J. & PORZUCEK S. 2005 — Elements of geological setting of abandoned ozokerite mine in Starunia (fore-Carpathian region, Ukraine) based on gravity survey. [In:] M.J. Kotarba (ed.) — *Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses*. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 115–124.
- MATSKEVYJ L.G. 2005 — Archaeological sites in the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. [In:] M.J. Kotarba (ed.), *Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses*. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 45–51.
- MIERZEJEWSKI W. 1914 — Łuszczak grubodziób. Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 357–384.
- MITURA F. 1944 — Geologia złoża wosku w Staruni. *Arch. Jakiego Wydziału? UJ*, Kraków.
- MONCHAK L.S. & GRODETSKA G.D. 1987 — Głęboka budowa Boryslavs'ko-Pokuts'koy zony Peredkarpats'kogo progynu. *Rozvidka i rozrobka naftovykh i gazovykh rodovysch*. 22: 21–22.
- MÓSCICKI W.J. 2005 — Characterization of near-surface sediments in the area of Starunia (fore-Carpathian region, Ukraine) based on D.C. resistivity soundings. [In:] M.J. Kotarba (ed.) — *Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses*. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 103–114.
- NIEZABITOWSKI-LUBICZ E. 1911a — Die Haut- und Knochenüberreste des in Starunia in einer Erdwachsgrube gefundenen Mammut-Kadavers (*Elephas primigenius*). *Bull. Intern. Acad. Pol.*, Ser. B, Cracovie, 4: 229–239.
- NIEZABITOWSKI-LUBICZ E. 1911b — Die Überreste des in Starunia in einer Erdwachsgrube mit Haut und Weichteilen gefundenen Rhinoceros antiquitatis Blum. (*tichorhinus* Fisch.). *Bull. Intern. Acad. Pol.*, Ser. B, Cracovie, 4: 240–267.
- NIEZABITOWSKI-LUBICZ E. 1914a — Słoń mamut. *Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie*, 15: 95–180.
- NIEZABITOWSKI-LUBICZ E. 1914b — Nosorożec włochaty. *Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie*, 15: 181–268.
- NOWAK J. 1917 — Kilka uwag w sprawie budowy Karpat wschodnich. *Kosmos*, 41: 148–154.
- NOWAK J. & PANOW E. 1930 — Stosunki geologiczne wykopaliska w Staruni. *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU*, 70 B: 8–14.
- NOWAK J. PANOW E., TOKARSKI J., SZAFER W. & STACH J. 1930a — Drugi nosorożec z warstw dyluwialnych Staruni oraz charakter jego otoczenia (geologia, mineralogia, flora i fauna). *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU*, 70B, 1: 1–56.
- NOWAK J. PANOW E., TOKARSKI J., SZAFER W. & STACH J. 1930b — The second woolly rhinoceros (*Coelodonta antiquitatis* Blum.) from Starunia, Poland (geology, mineralogy, flora and fauna). *Bull. Intern. Acad. Pol.*, Ser. B, Cracovie: 1–47.
- PAWŁOWSKI J. 2003 — Evaluation of beetle fauna from Starunia excavations (Ocena koleopterofauny z wykopalisk staruńskich). *Pr. Komis. Paleogeogr. Czwartorzędu PAU*, 1: 163–169.
- RACIBORSKI M. 1914a — Roślinność szybu mamutowego w Staruni. *Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie*, 15: 27–29.
- RACIBORSKI M. 1914b — Liście i owoce mamutowego szybu w Staruni. *Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie*, 15: 30–33.
- ROGALA W. 1907 — Przyczynek do znajomości dyluwialnych utworów Galicji. *Kosmos*, 32: 350–363.
- SCHILLE F. 1914 — Owady (Insekta). Rząd: Łuskoskrzydłe (Lepidoptera). Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, 15: 89–92.
- SIEGFRIED E. 1912 — Die Naphthalagerstätten der Umgebung von Solotwina. Ein Beitrag zur Tektonik des Karpathenrades in Ostgalizien. *Verlag für Fachliteratur G.M.b.H.*, Wien.
- STACH J. 1930 — Drugi nosorożec (*Coelodonta antiquitatis* Blum.) z warstw dyluwialnych w Staruni. *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU*, 70 B: 29–56.
- STELMAKH O.R. 2005 — Geomorphological and neotectonic features of the Starunia geodynamic test area. [In:] M.J. Kotarba (ed.) — *Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia — the area of discoveries of woolly rhinoceroses*. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Kraków, 87–93.
- SZAFER W. 1914 — Anatomiczny rozbiór drzew i krzewów mamutowego szybu w Staruni. *Wykopaliska Staruńskie, Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie*, 15: 34–36.
- SZAFER W. 1930 — Flora tundry Staruńskiej. *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU*, 70 B: 20–28.
- SZAFRAN B. 1934 — Mchy dyluwium w Staruni. *Starunia*, 1: 1–17.
- SZAJNOCHA W. 1881 — Górnictwo naftowe w Galicji wobec ustawodawstwa górniczego. *Muzeum, Kraków*, 8: III, 107.
- SZAJNOCHA W. 1892 — Wosk ziemny w Galicji. *Przew. nauk. liter.*, 82: 177–187; 90: 266–283.
- TOKARSKI J. 1930 — Analiza iltu dyluwialnego z bezpośredniego otoczenia nosorożca znalezionej w Staruni. *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU*, 70 B: 15–19.
- TOLWIŃSKI K. 1927 — Z geologii południowej strefy przedgórz polskich Karpat wschodnich. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, IV, 1–2: 246–272.
- WINDAKIEWICZ E. 1875a — Erdöl und Erdwachs in Galizien. *Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuch*, 23: 1–68.
- WINDAKIEWICZ E. 1875b — Olej i wosk ziemny. *Nakład Gazety Lwowskiej, Lviv*.
- ZEUNER F. 1934 — Die Orthopteren aus der diluvialen NASHORNschicht von Starunia (polnische Karpathen). *Starunia*, 3: 1–19.
- ZUBER R. 1885 — Studia geologiczne we wschodnich Karpatach, *Kosmos*, 10: 345–397.
- ZUBER R. 1888 — Atlas geologiczny Galicji — tekst do zeszytu drugiego (Nadwórna, Mikuliczyn, Żabie, Kutry, Krzyworównia, Popadia — Hryniawa). *Wyd. Komis. Fizjogr. AU, Kraków*, 105 stron.
- ZUBRZYCKI P. 1938 — Starunia jako teren naftowy w świetle dotychczasowych wierceń. *Przem. naft.*, 21: 587–591; 22: 608–613.

Praca wpłynęła do redakcji 29.01.2008 r.
Po recenzji akceptowano do druku 05.05.2008 r.